

JP1094286

Title:

**METHOD FOR FORETELLING EARTHQUAKE BY TOMOGRAPHY OR
GENERATION REGION OF LONG WAVE EARTH CURRENT BEING
PREMONITORY SYMPTOMS OF EARTHQUAKE**

Abstract:

PURPOSE:To foretell the occurring date, magnitude and centrum of an earthquake, by observing a radio wave or earth current generated as the omen phenomenon of an earthquake. **CONSTITUTION:**The long wave earth current being one of the premonitory symptoms of an earthquake is simultaneously observed at least at four points in the earth or the sea bottom. A wave source can calculate a relative error of about 1km from a received/detected signal and can draw the fault chart of a wave source region. The local small destruction of rock occurs on a fault plane becoming a centrum region prior to the generation of an earthquake and a radio wave is generated at this time. Therefore, the centrum region can be foretold from the centrum region. Since the relation between the magnitude of an earthquake, the expanse of the centrum region and the shift of the fault plane as well as the relation between the magnitude of shift and the generation intensity of a long wave are known, the magnitude of the earthquake can be foretold. Since the generation intensity and frequency of a long wave of 3kHz or less and the magnitude of the wave source region become max. immediately before the generation of an earthquake, the timewise change of these values are extrapolated by the continuous tomography of the wave source region and the data when the calculated magnitude of an earthquake (in the case of our country) becomes 7-8.4 is set to a data when an earthquake of magnitude of 7 or more occurs.

⑫ 公開特許公報(A) 平1-94286

⑪ Int. Cl.⁴G 01 V 1/00
3/12

識別記号

庁内整理番号

E-6860-2G
Z-6860-2G

⑬ 公開 平成1年(1989)4月12日

審査請求 有 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 地震前兆の長波・地電流の発生領域のトモグラフィによる地震予知法

⑮ 特 願 昭62-251470

⑯ 出 願 昭62(1987)10月7日

⑰ 発 明 者 高 橋 耕 三 東京都東久留米市滝山7丁目14番7号

⑱ 出 願 人 郵政省通信総合研究所 東京都小金井市貫井北町4丁目2-1
長

明細書

1 発明の名称

「地震前兆の長波・地電流の発生領域のトモグラフィによる地震予知法」

2 特許請求の範囲

地震前兆の電磁現象の観測による地震予知法において、地震前兆の長波・地電流を、地中又は海底の少なくとも4箇所でも同時観測し、受信・検出した信号間の相互関係から、長波・地電流の発生地点とその強度の分布を3次元的に算出し、その立体画像と時間変化から、震源域、地震の規模及び地震発生の日時を予知することを特徴とする地震前兆の長波・地電流の発生領域のトモグラフィによる地震予知法。

3 発明の詳細な説明

(1) 産業上の利用分野

本発明は、地震の前兆現象として発生する電波又は地電流の観測により、地震の発生日時、規模及び震源域を予知する方法に関するものである。

(2) 従来技術

従来技術も、本発明同様、地震前兆の電波や地電流の多点・同時観測により地震を予知しており、一部では、定常的に予報を行っている。しかし、従来技術では、本発明と異なり、地震前兆の電波や地電流の発生領域の形・大きさ・時間変化は求めることができない。その予知誤差は、日時が±1週間、マグニチュードが±0.5、震源域が±50km程度である。(例えばP.Varotsos & K.Alexopoulos: Tectonophysics, 110,73(1984)及びP.Varotsos & K.Alexopoulos: Tectonophysics, 110,99(1984)参照)。

(3) 発明が解決しようとする問題点

従来技術による地震予知の場合、地震の規模と震源域の誤差は、ほぼ社会的要請の値に近いが、日時の誤差は、社会的要請の値よりも2桁程度大きくなっている。地表の2点以上で、地震前兆の電波又は地電流を同時観測し、受信・検出した信号の振幅比から電波又は地電流の発生地点(以下、波源という)を算出する従来技術の場合は、震源域の誤差は、上述の様に約50kmになり、波源域を

立体的に書き出すことは不可能であった。指向性アンテナを用いて波源を求める従来技術（例えば T.Yoshino : Proceedings of 1985 International Symposium on Antennas and Propagation, 243-4, Kyoto Japan 参照）の場合も、波源方向の仰角の検出が困難な上、立体角の誤差も大きいため、波源域を立体的に書き出すことは不可能であった。このため、波源域とほぼ一致する震源域の誤差が大きくなるばかりでなく、波源域の大きさの関数である地震の規模の誤差や、波源域の時間変化の関数である地震発生の日時の誤差が大きくなるという問題点があった。

(4)問題点を解決するための手段

本発明の構成の説明に先立ち、長波と地電流の意味を明確にしておく。長波も地電流も、広く用いられている言葉であるが、必ずしも一意的ではなく、本明細書では次の定義に従っている。

長波：周波数が300kHz以下の電波

地電流：地中に埋設された電極間の電圧

300kHz以下の電磁界を検出するセンサをアンテ

ナと考える場合は、検出された電磁界を長波と言い、センサを電極と考える場合は（現在は電圧を測っているが、歴史的には電界により生じた電流を測ったため）地電流と言う。即ち、本明細書では、地震前兆の長波と地電流は同じ物理量である。表土は、通常、比抵抗が $10^3 \sim 10^5 \Omega \cdot m$ 、屈折率が $2 \sim 4$ であるため、300kHz以上の地震前兆の電波は表土により $0.01 \sim 1 \text{ dB/m}$ の減衰を受け、地表近くで観測される頻度は小さい。このため、本発明では、観測可能な地震前兆の電波は長波としている。

地震前兆の長波を地表で観測する場合は、長波が地中から大気中へ入射する点が不明、又は1箇所ではないため、多点・同時観測しても、受信波間の位相差又は到来方向から波源を高精度で求めることは困難である。

本発明では、地中又は海底で同時観測することにより、上記の問題を解決している。受信法の一例は特願昭62-015177に示されている（第1図参照）。地震前兆の長波・地電流を、地中又は海底の少くとも4地点で同時観測し、受信・検出した信号

-3-

から波源を求める方法を、以下式と図面により説明する。

波源をQとし、観測点を P_i, P_j ($i \neq j, i, j=1, 2, \dots, n, n \geq 4$) とする（第1図参照）。 P_i と P_j で同時に受信・検出した信号（時刻 t の振幅と位相情報）をそれぞれ f_i, f_j （第2図参照）とすると、相互相関関数は次式で表される。

$$r_{ij}(\delta t) = \int_T f_i(t + \delta t) f_j(t) dt \quad (1)$$

ここに、積分範囲 T は、受信された波束を含む時間。

上式(1)の $r_{ij}(\delta t)$ が極大となる δt の値 t_{ij} を求める（波源が2個以上あれば極大値を取る t_{ij} の個数も2個以上となる）。即ち

$$\frac{dr_{ij}(\delta t)}{d\delta t} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{d^2 r_{ij}(\delta t)}{d\delta t^2} < 0$$

を満足する $\delta t = t_{ij}$ を求める。

地中の長波の平均速度を c 、 QP_i, QP_j 間の距離を r_i, r_j とすると

-4-

$$r_i - r_j = ct_{ij} \quad (3)$$

(3)式は、 P_i, P_j を焦点とする回転二葉双曲面である（第3図参照）。

n が4以上の場合、独立な(3)式が3個以上得られるから、これらの独立な双曲面に共通な交点として波源Qを決定できる（第3図参照）。

(5)本発明の作用

従来の技術では、波源の算出誤差が50km程度あり、波源域の大きさと同程度であったため、波源の三次元分布を求めることは不可能であったが、本発明によれば、長波の平均速度 c の誤差により生ずる系統誤差を除けば、波源の誤差の大部分は t_{ij} の算出誤差 Δt_{ij} で決まる。長波の観測周波数帯幅が、例えば1kHzの場合、 Δt_{ij} は 10^{-5} 秒以下とすることができ、地中の長波の平均速度 c は約 10^8 m/s だから、上述のように c による誤差を無視すれば、 ct_{ij} の誤差は約1kmとなる。即ち、波源は相対誤差約1kmで算出できる。通常、予知の対象となるマグニチュード7以上の地震の場合、震源域の長さは約20km以上あり、震源域と波源域はほぼ一致す

るから、波源の相対誤差が1kmならば、波源域の断面図を画き出すこと（トモグラフィ）ができる。即ち、前述の様に、地中又は海底の少くとも4地点で連続観測すれば、波源域の連続トモグラフィが可能となる。

地震は地殻内の歪が変形の限界を越えたときに起こる断層面の急速なずれであるが、地殻は均一な岩石では構成されていないため、震源域となる断層面では、構成されていないため、震源域となる断層面では、地震の発生に先立ち、岩石の局所的な小破壊が起こり、その際電波が発生する。それ故、波源域から震源域を予知することができる。

地震の規模と震源域の広さ及び断層面のずれの大きさの関係は知られており、ずれの大きさと長波の発生強度の関係も知られているから、地震の規模は、波源域の広さと発生強度から予知することができる。

地震の発生は、前兆の長波の発生が始ってから約1週間以内であることが知られている。約1週間以内の本震発生の予知は下記の方法で行う。即

ち、本震発生の直前に、3kHz以下の長波の発生強度、頻度、波源域の大きさが最大となるため、波源域の連続トモグラフィにより、これらの時間変化を外挿し、前述の方法で求めた地震の規模が（我が国の場合）7～8.4となる日時を、マグニチュード7以上の地震が発生する日時とする。

(6)実施例

第1図の様に、例えば、陸域では鋼管深井戸をモノポールアンテナとし、海域では海底に布設したケーブルをダイポールアンテナ又はループアンテナとして、地震前兆の長波を観測する。観測点 P_i で受信・検出された信号波形が第2図(a)、観測点 P_j のそれが第2図(b)の場合、(3)式の δt が第2図(a)の t_{ij} に等しいとき $r(\delta t)$ は最大となる。 $ct_{31}=ct_{42}=ct_{41}=1$ の場合、(3)式は次のようになる。

$$r_3 - r_1 = 1 \quad (4)$$

$$r_4 - r_2 = 1 \quad (5)$$

$$r_4 - r_1 = 1 \quad (6)$$

$Q, P_i (i=1, 2, 3, 4)$ が同一平面内にあり、 P_1, P_2, P_3, P_4 がそれぞれ(2,0),(0,2),(-2,0),(-2,-2)の場合

-7-

合、(4)～(6)式的双曲面と上記平面の交線は第3図の双曲線11～13のようになる。双曲線11～13を直角座標で表すと次式のようになる。

$$x^2 - y^2 / 3 = 1 \quad (4')$$

$$-x^2 / 3 + y^2 = 1 \quad (5')$$

$$2xy + 2x - 2y = 3 \quad (6')$$

双曲線11,12,13の交点が波源Qであるとともに、(4')～(7')式を解析的に解いた値($\sqrt{1.5}, \sqrt{1.5}$)がQでもある。

上記の観測、計算を連続的に行えば、波源域の立体像を時刻の関数として画くことができる。

(7)発明の効果

本発明では、地震前兆の長波の発生地点を、従来技術よりも1桁高い精度で算出し、発生領域の時間的変動から、地震発生前の状況を従来技術よりも具体的に示し、発生日時の予知誤差を従来技術の1割以下にできるという効果がある。

4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の地震前兆の長波の受信法の実施例を示す図、第2図は波源Qからの距離が ct_{ij}

-8-

だけ異なる2点 P_i, P_j での受信波 f_i, f_j の関係を示す図（横軸が時間、縦軸が受信波の電圧）、第3図は、4点 $P_i (i=1, 2, 3, 4)$ で地震前兆の長波を同時受信し、 P_i を焦点とする3個の双曲面の交点として波源Qを求める原理を示す図である。

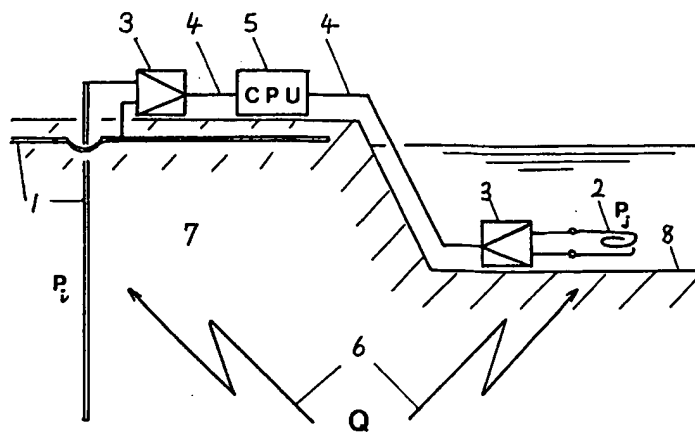
図中、1は鋼管深井戸利用のモノポールアンテナ、2は海底に布設したダイポールアンテナ又はループアンテナ、3は長波の増幅器、4は伝送路、5は計算機、6は地震前兆の長波、7は大地、8は海底、9は観測点 P_i の受信波 f_i 、10は観測点 P_j の受信波 f_j 、11は P_1 と P_3 を焦点とする双曲面と P_1, P_2, P_3, P_4 を含む平面との交線である双曲線（以下、双曲線という）、12は P_2 と P_4 を焦点とする双曲線、13は P_1 と P_4 を焦点とする双曲線、 P_1, P_2, P_3, P_4 は地震前兆の長波の観測点、Qは地震前兆の長波の発生地点である。

特許出願人 郵政省電波研究所長

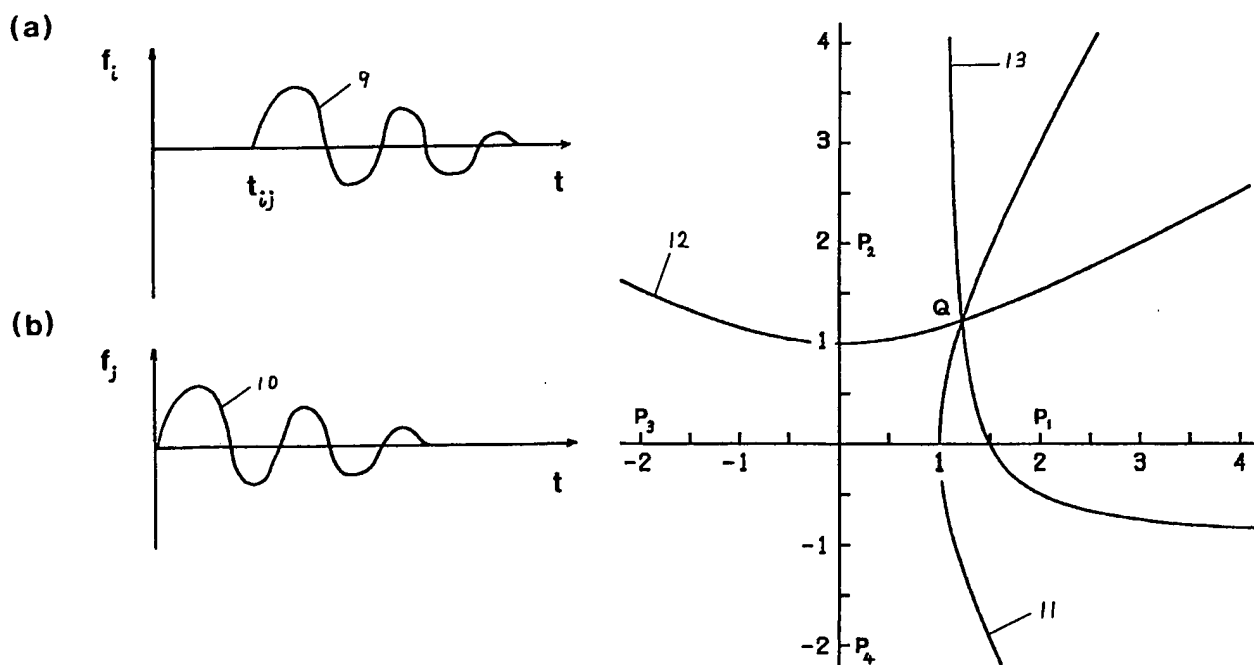
-9-

—537—

-10-



第 1 図



第 3 図